



**Metso DNA  
OSAPROSESSISOVELLUSTEN  
KIRJASTOINTI – Metso Paper**

Joel Hakkarainen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2013  
Sähkötekniikan koulutus-  
ohjelma  
Automaatiotekniikan  
suuntautumisvaihtoeht

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

HAKKARAINEN, JOEL:

Metso DNA -osaprosessisovellusten kirjastointi – Metso Paper

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Toukokuu 2013

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee Metso DNA -automaatiojärjestelmän toimivan ja hyväksi todetun sovelluksen muuttamista niin sanotuksi mallisovelluspaketiksi. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda sovelluspakettikirjasto neljälle osaprosessille, jotka ovat osia paperikoneen massankäsittelyä (stock preparation). Tämän mallikirjaston käyttöä opastavan käyttöohjeen luominen kuului myös tämän opinnäytetyön sisältöön. Työ on tehty Metso Automationille yhteistyöprojektina, joka palvelee sekä Metso Automationia että Metso Paperia.

Mallikirjaston avulla saadaan nopeutettua sovellussuunnittelua ja näin alennettua kokonaiskustannuksia niin projektisuunnittelun kuin tehdaskoestus- sekä käyttöönottokustannustenkin osalta. Osaprosessien automaatio-sovellus on suhteellisen samanlainen projektista riippumatta ja liitännät muihin prosessin osiin ovat vähäisiä. Tästä syystä automaatio-sovellus voidaan helposti vakioida, jolloin sovellus on samanlainen globaalisti, ja käyttöönotto- ja kunnossapitotehtävät nopeutuvat merkittävästi.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa ei ole käsitelty yksityiskohtaisesti Metson sovelluskirjastoa tai sovelluskirjaston käyttöohjetta. Työn kirjallisessa osuudessa on perehdytty laajalti neljän edellä mainitun osaprosessin kuvaamiseen ja yleispiirteisemmin mallisovelluskirjaston tekemisessä huomioon otettaviin seikkoihin. Tyypillisen automaatio-toimitusprojektin kulku on myös käyty pääkohdittain läpi.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Automation technology

HAKKARAINEN, JOEL:  
Standardised Templates for Metso Paper Process Modules

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 1 pages  
August 2011

---

The subject of this thesis is converting a good and properly working Metso DNA automation system application to a standardized application package. The objective was to create an application library for four process modules, which are parts of stock preparation in a paper machine. The user's manual for the library was also created in this thesis. The thesis is done as a joint project for Metso Automation and Metso Paper.

With the use of application library solutions, time spend for engineering can be reduced during implementation, FAT and SAT project phases. This has an effect to total costs of project deliveries. Process area specific application software is similar in most of the project deliveries and connections to other process areas are few, depending on agreed delivery limits. For this reason, automation application can be easily standardized so that the application is globally similar and commissioning and maintenance tasks are significantly faster to perform.

The written part of this thesis does not handle Metso application library or its manual in detail. Instead, a closer look is taken of four process modules of stock preparation and on what should be taken into account when creating an application library in general. The progress of a typical automation delivery project is also explained.

---

Key words: template, automation engineering, Metso DNA, stock preparation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYS.....	8
2.1	Metso Oyj .....	8
2.1.1	Metso Paper.....	9
2.1.2	Metso Automation.....	10
3	MASSANKÄSITTELY-OSAPROSESSIEN KUVAUS.....	11
3.1	Massakäsittelyosaston tehtävät .....	11
3.2	Bale Pulper.....	12
3.2.1	Paalimassan käsittely .....	12
3.2.2	Pulperin toiminta.....	13
3.2.3	Pulpperoititulkseen vaikuttavat tekijät.....	14
3.3	HC-Cleaning .....	15
3.3.1	Paperimassan puhdistus .....	15
3.3.2	Pyörrepuhdistimen käyttö .....	16
3.3.3	Pyörrepuhdistimen toiminta .....	17
3.3.4	Matalasakeus- keskisakeus- ja suursakeuspyörrepuhdistimet .....	18
3.4	Refiner RF-4i .....	19
3.4.1	Paperimassan jauhatus .....	19
3.4.2	Jauhintyyppit.....	20
3.4.3	Kartiojauhin.....	21
3.4.4	Kartiojauhimen toimintaperiaate.....	22
3.5	UTM Size Press Pulper.....	22
3.5.1	Hylkyjärjestelmän tehtävät.....	22
3.5.2	Hylkyjärjestelmän rakenne ja toiminta .....	23
3.5.3	Hylvyn pulpperointi .....	24
4	AUTOMAATIOITOIMITUSPROJEKTIN KULKU .....	27
4.1	Metso Automationin yleinen toimitusprojekti.....	30
4.2	Metso Paper – Metso Automation toimitusprojekti.....	33
5	AUTOMAATIOSOVELLUKSEN OSAPROSESSIN MALLIKIRJASTO.....	34
5.1	Mallikirjaston edut.....	34
5.1.1	Suunnittelun tehokkuus.....	35
5.1.2	Laadunvarmistus .....	35
5.1.3	Globaali saatavuus .....	36
5.2	Mallikirjaston kokoaminen .....	37
5.2.1	Perussuunnitteluaineisto mallikirjastossa .....	37
5.2.2	Toteutussuunnitteluaineisto mallikirjastossa .....	38

5.2.3 Mallikirjaston rakenne .....	38
5.2.4 Työkalut ja menetelmät.....	39
5.2.5 Ylläpito.....	40
5.3 Mallikirjaston riskit.....	41
6 POHDINTA.....	42
LÄHTEET.....	43
LIITTEET .....	44
Liite 1. V21-template, Metso Automation temlpate-library.....	44

**LYHENTEET JA TERMIT**

DCS	Distributed Control System, hajautettu automaatiojärjestelmä
FAT	Factory Acceptance Test, tehdaskoestus
FbCad	Function block Cad, Metson sovellussuunnittelutyökalu
HW	laitteisto
Metso DNA	Metson valmistama automaatiojärjestelmä
OCC	Old Corrugated Containers, kierrätetty aaltopahvi
SAT	Site Acceptance Test, tehdastesti käyttöönoton yhteydessä
Stock preparation	massankäsittely
SW	software, ohjelmisto, sovellus
Template	mallipohja

## 1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tehdään Metso Automationin ja Metso Paperin yhteisprojektina. Insinöörityön tarkoitus on tehdä mallisovelluskirjasto Metso Automation ja Metso Paperin yhteistoimituksiin sovellus- ja näyttösuunnittelun osalta. Sovelluskirjastoon valittiin neljä eri paperikoneen massankäsittelyn osaprosessia, joita olivat paalimassan pulpperointi, pyörrepuhdistin, kahden jauhimen linjasto sekä koneenaluspulpperi. Nämä osaprosessit valittiin kirjastoon automaatiosovelluksen korkean kopioitavuuden takia. Tämä tarkoittaa edellämainittujen osaprosessien suhteellisen identtistä toimintaa toimitusprojektista riippumatta. Samoin kyseiset osaprosessit ovat melko itsenäisesti toimivia kokonaisuuksia jolloin liittynyt muihin osaprosesseihin on vähäisiä ja kopioitavuus paranee.

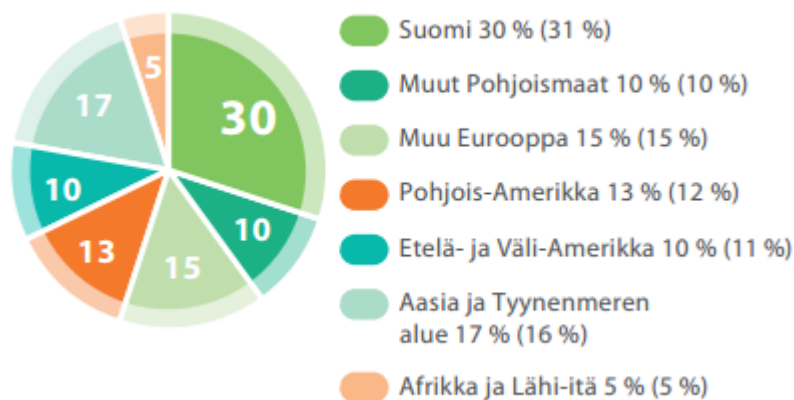
Insinöörityössä on tarkasteltu vain sovellussuunnittelun näkökulmasta automaatiosovelluksen vakioinnin etuja ja riskejä. Aluksi selvitetään yleisesti Metso Automationilla olevat sovellussuunnittelutavat projektitoteutuksissa ja perehdytään tyypillisen automaatiotoimituksen projektin kulkuun.

Mallikirjastoa tehtäessä tarkastetaan lähtötietoaineiston vastaavuus toteutussuunnitteluaineistoon ja hyvien suunnittelutapojen käyttö toteutussuunnitteluaineistossa. Näiden työvaiheiden aikana saadaan käsitys siitä, mitä asioita on otettava huomioon vakioitua mallikirjastoa luotaessa. Tekijänoikeudellisista syistä insinöörityössä ei käsitellä luottamuksellisia tietoja, jotka omistaa Metso Automation.

## 2 YRITYS

### 2.1 Metso Oyj

Metso Oyj on kansainvälinen teknologia- ja palvelutoimittaja prosessiteollisuuden asiakkaille kaivos-, maanrakennus-, massa ja paperi-, voimantuotanto- sekä öljy- ja kaasualalla. Metsolla työskentelee n. 30 000 työntekijää yli 50 maassa (kuvio 1). Vuoden 2011 liikevaihto oli 6,6 miljardia euroa. Metson liiketoiminta on organisoitu kolmeen eri segmenttiin: Kaivos ja maanrakennus (Mining and construction), Automaatio (Automation) sekä Massa, paperi ja voimantuotanto (Pulp, paper and power). (Metso Vuosikertomus 2011)



KUVIO 1. Henkilöstö alueittain v. 2011 (Metso Vuosikertomus 2011)

Viime vuosina Metso on kasvattanut segmenttiensä Palveluliiketoiminta-aluetta jatkuvasti, ja nykyään se kattaa jo 45 % Metson liikevaihdosta (taulukko 1). Palveluliiketoimintaan kuuluvat muun muassa kaikki huolto- ja kunnossapitotyöt, jotka ovat välttämättömiä laitteiden pitkän elinkaaren saavuttamiseksi. (Metso Vuosikertomus 2011)



TAULUKKO 1. Segmenttikohtaiset avainluvut vuodelta 2011 (Metso Vuosikertomus 2011)

	Kaivos ja maanrakennus	Automaatio	Massa, paperi ja voimantuotanto
Liikevaihto (milj. €)	2 760	770	2 703
Palveluliike- toiminnan liikevaihto (milj. €)	1 378	345	1 048
Henkilöstö (henkeä)	10 771	3 892	12 528

### 2.1.1 Metso Paper

Metso Paper-liiketoimintalinja kuuluu Pulp, paper and power-liiketoimintasegmenttiin. Tämän segmentin pääalueena on tarjota asiakkailleen erilaisia massan- ja paperin tuotantolinjoja, sekä voimantuotannon kokonaisratkaisuja. Paper-liiketoimintalinjan liikevaihto vuonna 2011 oli 795 milj. €. (Metso Vuosikertomus 2011)

Metso Paper-liiketoimintalinja toimittaa paperin, kartongin ja pehmopaperin tuotantolinjoja maailmanlaajuisesti. Tällä liiketoimintalinjalla Metsolla on vuosikymmenien kokemus ja siten hankittu markkinajohtajuus. Alla olevassa kuvassa Metson nykyaikaisempaa mallistoa edustava paperikone (kuvio 2).



KUVIO 2. OptiConcept M-paperikone (Metso Vuosikertomus 2011)

### 2.1.2 Metso Automation

Metso Automaation tuotteet ovat prosessiautomaatio- ja informaationhallintajärjestelmät ja sovellusverkot, prosessien mittausjärjestelmät ja analysaattorit, säätö-, sulk- ja hätäsulkuventtiilit, venttiilien asennoittimet sekä kunnonvalvontajärjestelmät. Asiakkaina ovat yleensä massa- ja paperitehtaat, voimalaitokset, energia-, öljy- ja kaasuteollisuus, sekä kaivokset ja maanrakennusurakoitsijat.

Metso Automaatio -segmentin muodostavat Prosessiautomaatiojärjestelmät, Virtauksensäätöratkaisut ja Palvelut -liiketoimintalinja. Prosessiautomaatiojärjestelmät-liiketoimintalinja toimittaa hajautettuja automaatiojärjestelmiä teollisuuteen. Virtauksensäätöratkaisut-liiketoimintalinjan päätuotteet ovat venttiilit, toimilaitteet ja asennoittimet.

### 3 MASSANKÄSITTELY-OSAPROSESSIEN KUVAUS

#### 3.1 Massakäsittelyosaston tehtävät

Massankäsittely on prosessinosa, joka sijoittuu massatehtaan ja paperi- tai kartonkitehtaan väliin. Massankäsittelyosastolla on mm. seuraavat tehtävät:

- Massojen hajotus
- massojen kuidutus
- massojen jauhatus
- massojen puhdistus
- massojen annostelu
- kuitujen ja kiintoaineiden talteenotto
- puskuri- ja häiriösuodatus massatehtaan ja paperikoneen välillä.

Massankäsittelyprosessissa paperimassa jalostetaan paperikoneelle soveltuvaksi raaka-aineeksi. Tämä paperimassa voi olla tuotettu joko kemiallisesti, mekaanisesti tai kierrätetystä uusiomassasta. Kemiallisesti tuotettu paperimassa eli sellu voidaan tuottaa joko paperitehtaan yhteydessä, jolloin kyseessä on integroitu tehdas, tai vaihtoehtoisesti sellu toimitetaan paperitehtaalte sellupaaleina, jolloin puhutaan integroimattomasta tehtaasta. Mekaanisissa massanvalmistusmenetelmissä puun ligniini pehmittää veden, lämmön ja toistuvan rasituksen avulla puuta, jolloin puumateriaali alkaa heikentyä ja puusta irtoaa yksittäisiä kuituja ja kuitukimppuja. Kierrätettyä uusiomassaa puolestaan valmistetaan joko siistauslaitoksessa, (DIP) tai OCC-linjalla, jolloin kierrätetystä aaltopahvista valmistetaan paperimassaa uusiokäyttöä varten. Opinnäytetyö käsittelee seuraavia osaprosesseja ja Metson valmistamia laitteita kyseisille toiminnoille: (KnowPap 2012)

- Massan hajotus, Metso OptiSlush VMi
- massan jauhatus, Metso Refiner RF-4i
- massan puhdistus, Metso HC Cleaning
- massan hajotus, Metso UTM Size Press Pulper.

## 3.2 Bale Pulper

### 3.2.1 Paalimassan käsittely

Sellupaalien pulperointi on massankäsittelyn ensimmäinen vaihe, jossa kuivat sellupaalit ja vesi syötetään paalipulpperiin. Pulpperissa paalit hajoavat tasakoosteiseksi massaksi, ja mahdollisesti sellun kuivatuksessa muodostuneet kuitujen väliset sidokset aukenevat. Ennen seuraavaa vaihetta eli jauhatusta massan tulee olla riittävän hyvin hajonnutta. Kuitujen tulee olla vettyneitä ja erillään toisistaan, jotta jauhatuksessa päästään hyvään sitoutumiskykyyn ilman liiallista kuitujen katkeilua tai hienoaineen muodostumista. Kuidut ja vesi sekoitetaan pulpperissa roottorin mekaanisen energian ja sulpun sisäisen kitkan avulla tasalaatuiseksi massaksi, jonka sakeus on tyypillisesti 4-5 %. Tämä pulperoitu massa pumpataan varastosäiliöön ja edelleen massankäsittelyn seuraavaan vaiheeseen, joka on kuidutus tai jauhatus. Alla olevassa kuvassa on Metson valmistama pystysuuntainen paalipulpperi OptiSlush VMi (kuvio 3). (KnowPap 2012)



KUVIO 3. Metso OptiSlush VMi –pulpperi (Metso Stock Preparation and Recycled Fiber General presentation)

### 3.2.2 Pulpperin toiminta

Kuivassa sellu- tai paperiarkissa kuidut ovat tiukasti kiinni toisissaan. Liottamalla massaa vedessä saadaan kuitujen väliset sidokset purettua. Kuitujen irrottamiseksi tarvitaan myös ulkoisia voimia, jotka aikaan saadaan massalietteen voimakkaalla sekoittamisella. Tämä tapahtuu pyörittämällä pulpperin pohjalle sijoitettua roottoria, joka toimii kuten pumpun juoksupyörä; massa sinkoaa kehältä ulospäin ja samalla keskellä roottoria syntyy voimakas imu. Massojen hajotus pulpperissa perustuu sekä hydraulisiin että mekaanisiin voimiin. Mekaaniset voimat ovat erityisen tärkeitä heti pulpperoinnin alkuvaiheessa. Tällöin pulpperin roottori hajottaa selluarkit pienempiin osiin ja tämän seurauksena kasvanut massan sisäinen kitka edistää massan kuituuntumista. Pulpperointi perustuu pääasiassa hydraulisten voimien kuiduttavaan vaikutukseen. Täten nostamalla pulpperointisakeutta voidaan nostaa myös pulpperoidun massan kuituuntumisastetta. Nostettaessa pulpperointisakeutta kuiduttamiseen tarvittava mekaanisen voiman tarve suhteutettuna pulpperoitavaan määrään alenee, ja pulpperoinnin tehokkuus paranee. (KnowPap 2012)

Pulpperityyppejä on olemassa sekä jatkuvatoiminen ja panostoiminen pulpperi. Panospulpperi täytetään ennalta määrättyyn rajaan saakka paalisellulla ja vedellä, minkä jälkeen prosessi käynnistetään ja ajetaan määrääjän verran. Kun hajotusvaihe on päättynyt, pumpataan pulperoitu massa varastosäiliöön. Työssä käytetty pulpperi oli tyypiltään Metso OptiSlush VMi, joka on jatkuvatoiminen pulpperi. Tämä mahdollistaa pulpperiin jatkuvan sellupaalien ja veden syöttämisen ilman keskeytyksiä. Vastaava määrä massaa, mitä pulpperiin on pumpattu, pumpataan myös pulpperista eteenpäin siten, että pulpperin pinta pysyy kuitenkin vakiona. Jatkuvatoimisen pulpperin jälkeen tulee prosessiin liittää kuidutin, jolla kuituuntumisastetta saadaan nostettua. Kuidutin on järkevä sijoittaa heti pulpperin poistopumpun jälkeen. (KnowPap 2012)

Jatkuvatoimista pulpperia hallitaan säätämällä pulpperin pinnankorkeutta ja purkaussakeutta. Pinnankorkeutta säädetään syöttävän veden avulla ja sakeutta syötettävän massan määrän mukaan. Toimintaperiaate: (KnowPap 2012)

- Pinta pidetään vakiona
- kuituainesta ja vettä lisätään jatkuvasti
- sakeus 2-4 %

- viipymäaika 3-10 min
- sihtilevyn reikäkoko pieni
- pulpperoitu massa ei ole tasalaatuista, tarvitaan kuidutin
- suuri kapasiteetti.

### 3.2.3 Pulpperoititulokseen vaikuttavat tekijät

Massan käsittelyhistoria ja tyyppi vaikuttavat siihen, miten massa pulpperoituu. Sellu on lähes aina helposti hajoavaa ainetta. Poikkeuksena on kuitenkin hiutalekuivattu massa ja jäänyt paalimassa, joiden hajottamiseen tarvittava energia on moninkertainen verrattuna normaalin massan hajottamiseen. Rainakuivaimella kuivatut sellumassat ovat helpommin pulpperoitavia verrattuina hiutalekuivattuihin kierrätysmassoihin. Sen sijaan jotkin vaikeasti pulpperoituvat massatyypit vaativat kuidutuksen ennen jauhatusta. Pulpperointiaika ja -energia vaikuttavat myös merkittävästi pulpperoinnin lopputulokseen. (KnowPap 2012)

Kuten aikaisemmin mainittiin, pulpperityyppi voi olla joko jatkuva- tai panostoiminen. Panostoimisesta pulpperista saatava massa on homogeenisempaa kuin jatkuvatoimisesta saatu, koska esimerkiksi muutokset syöttövirtauksessa voidaan poistaa ja kaikkiin kuituihin kohdistuu sama energiamäärä hajotuksessa. (KnowPap 2012)

Pulpperin tehoon vaikuttavat paljon tekijät, joihin käyttäjä ei itse voi vaikuttaa. Tällaisia ovat mm. pyörijän teho (koko, muoto ja pyörimisnopeus) ja pulpperin muoto ja koko. Jos pulpperin halkaisijasta johtuen virtausnopeudet pulpperin laidilla ja pinnalla tulevat liian pieniksi, laskee tämä myös pulpperin tehoa. On myös huomattavaa, että kun pulpperin korkeus kasvaa liian suureksi roottorin tehoon nähden, seurauksena on virtauksen kääntyminen liian aikaisin alaspäin ja olemattomat pintavirtaukset. Tällöin pulpperin pohjalla oleva imu ei jaksaa vetää kuituainesta pinnalta roottorin vaikutuspiiriin. (KnowPap 2012)

Pulpperointiveden lämpötila ja pH sekä haluttu sakeus vaikuttavat pulpperoititulokseen. Veden lämpötilan nostaminen nopeuttaa kuituuntumista, esimerkiksi lämpötilan nosto 20-celsiusasteesta 60-celsiusasteeseen nopeuttaa kuituuntumista n. 25 %. Normaalisti kiertoveden lämpötila on kuitenkin määräävä tekijä

asiassa. Alkalisella puolella ( $\text{pH} > 7$ ) pulpperoitaessa massa hajoaa helpommin kuin happamissa olosuhteissa. Sakeuden noustessa pulpperoointiteho paranee tiettyyn rajaansaakka, kunnes yli 8 % sakeuksilla massan liike alkaa hidastua ratkaisevasti ja tämä vähentää hajotustehoa. Tätä korkeammat sakeudet vaativat erikoisrakenteita roottorilta. Sakeamassapulppereilla on mahdollista päästä n. 15 % hajotussakeuksiin, jolloin hajotus tehostuu ja energiantarve pienenee. On kuitenkin muistettava, että liian suuri massamäärä pulpperissa voi aiheuttaa pulpperin tukkeutumisen. (KnowPap 2012)

Kuitujen ominaisuudet paranevat pulpperoitua massaa varastoitaessa säiliöissä ja torneissa. Kuidut liettyvät ja muuttuvat joustavammiksi veden päästessä kuidun sisälle. Myös pidempi varastointiaika tai lämpötilan nosto parantaa kuidun ominaisuuksia. (KnowPap 2012)

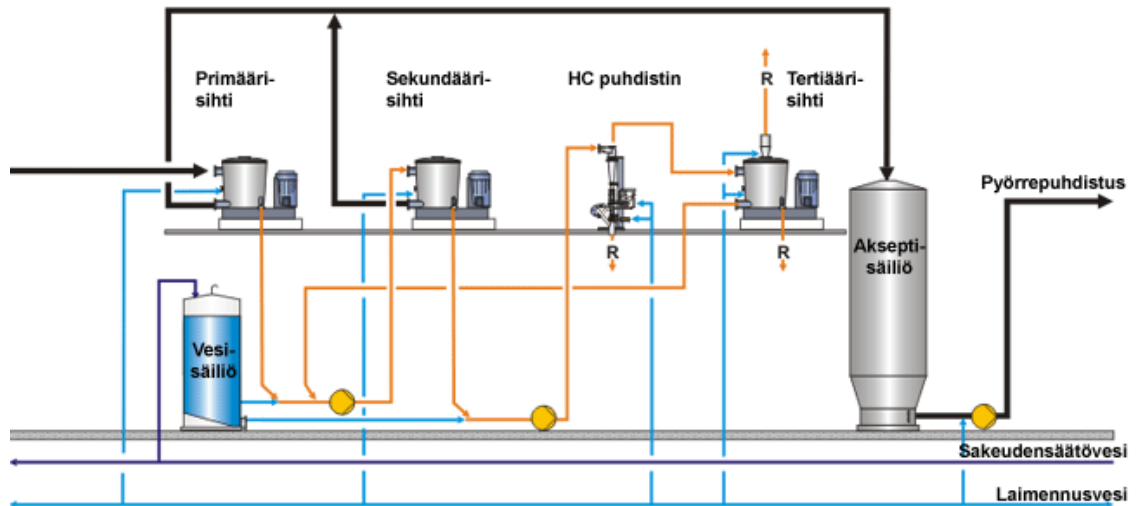
Monessa tapauksessa pelkkä pulperi ei riitä irrottamaan sellukuituja toisistaan riittävän hyvin, jolloin tarvitaan kuidutinta. Kuiduttimella voidaan parantaa vaikeasti pulpperoituvien massojen käsittelyä, jolloin kuitukimput massassa aukeavat ja niitä yhdistävät sidokset hajoavat. Kuidutuksen tavoitteena on varmistaa, että kuidut ovat erottuneita, vettyneitä ja joustavia, mikä tarkoittaa vetolujuuden kasvua valmiissa paperissa. Kuidutussakeus on tyypillisesti 4-5 %. Mitä korkeampi sakeuden arvo on, sitä parempaan kuidutustulokseen päästään. Tämä on syy, minkä takia korkeaa kuidutussakeutta tulisi suosia. (KnowPap 2012)

### **3.3 HC-Cleaning**

#### **3.3.1 Paperimassan puhdistus**

Käytettäessä paperin raaka-aineena kierrätettyä paperimassaa on suuressa asemassa paperimassan lajittelu rejektiin ja akseptiin. Rejektillä tarkoitetaan puhdistimien erottamaa hylkyainesta ja vastaavasti akseptilla puhdistimen läpi kulkenutta hyvälaatuista paperimassaa. Tämä massan puhdistus tapahtuu usein monessa eri vaiheessa, jolloin epäpuhtaudet saadaan erotettua massasta mahdollisimman tarkasti. Näitä epäpuhtauksia voivat olla esimerkiksi sora, hiekka, muovi ja niitit. Lajittelu voidaan jakaa karkeasti kahteen eri osaan, karkealajitteluun (kuvio 4) ja

hienolajitteluun. Molemmissa lajittelu voidaan tehdä käyttäen joko painesihtiä, pyörrepuhdistinta tai näiden yhdistelmiä, riippuen siitä monesko puhdistusvaihe massalla on menossa. (KnowPap 2012)



KUVIO 4. Eräs karkealajittelulinja (KnowPap 2012)

Karkealajittelussa uusiomassasta poistetaan kaikki raskaat epäpuhtaudet, kuten niitit, lasi ja karkea sora. Karkealajittelulinja voi olla esimerkiksi 2- tai 3-portainen, jolloin linja pitää sisällään sihtejä ja mahdollisesti HC-puhdistimen (korkeasakeuspuhdistin). Hienolajittelu seuraa karkealajittelun jälkeen, jolloin karkea rejekti on poistettu prosessista. Jäljelle jääneet liat ja epäpuhtaudet ovat kooltaan suhteellisen pieniä. Lajittelu tapahtuu sihtien ja pyörrepuhdistimien avulla. (KnowPap 2012)

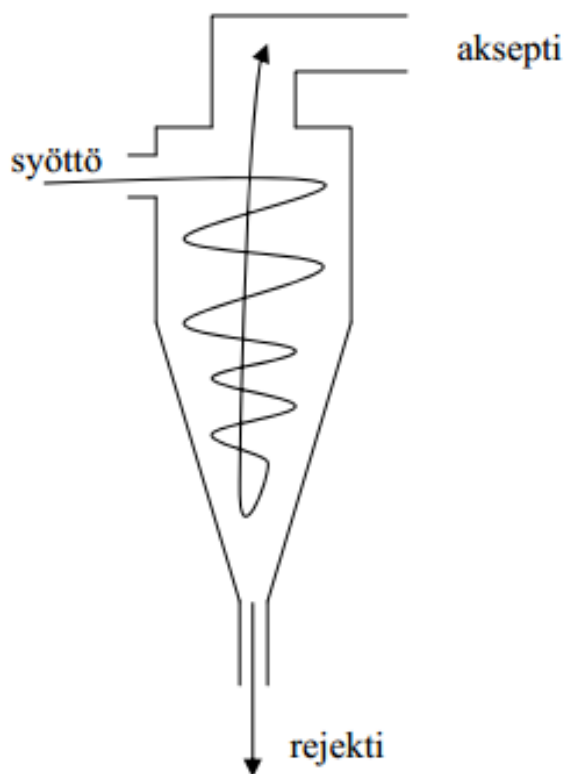
### 3.3.2 Pyörrepuhdistimen käyttö

Pyörrepuhdistin poistaa massasta kevyet ja painavat partikkelit, jotka laskevat paperin laatua ja mahdollisesti aiheuttavat ennen aikaista kulumista muissa prosessilaitteissa. Näistä kevyistä partikkeleista yleisempiä ovat muovit. Painavia poistettavia partikkeleita ovat niitit ja muut metalliset kappaleet sekä hiekka. Koville partikkeleille arkoja laitteita ovat mm. pumput, jauhimet sekä painesihdit. Jotta partikkelit saataisiin poistettua pyörrepuhdistuksessa mahdollisimman tehokkaasti, olisi hyvä, että niiden tiheys poikkeaisi veden tiheydestä mahdollisimman paljon ja partikkelien koko ja muoto eroaisivat muista massakomponenteista. (KnowPap 2012)



### 3.3.3 Pyörrepuhdistimen toiminta

Pyörrepuhdistimen toimintaperiaate on esitetty alla olevassa piirroksessa (kuvio 5). Puhdistettava massa syötetään puhdistimeen ylhäältä sivusta. Massa syötetään puhdistimeen siten, että suurella virtausnopeudella puhdistimen sisällä alkaa vaikuttaa suuri keskipakovoima ja hydrosykloni, joka on saatu aikaan rejekti- ja akseptipuolen paine-erolla. Tällöin partikkelit, joiden tiheys on suurempi kuin kuidun tiheys, johtaa partikkelien ajautumiseen puhdistimen ulkokehälle, jolloin partikkelit poistuvat puhdistimen alaosassa sijaitsevasta rejektiaukosta. Hydrosyklonin keskelle muodostunut virtaus ylös nostaa kevyemmän massan kohti akseptiaukkoa ja ulos puhdistimesta. Kuituja kevyempien partikkeleiden erottamiseen massasta käytetään käänteistä pyörrepuhdistusta, jolloin kuidut menevät painavampana jakeena puhdistimen pohjasta ja kevyemmät partikkelit puhdistimen yläosasta. (Mauno, A. 2010. Uusiomassan valmistuksen ja massan laadun optimoinnin työkalujen kehitys)



KUVIO 5. Pyörrepuhdistimen toiminta (Mauno, A. 2010. Uusiomassan valmistuksen ja massan laadun optimoinnin työkalujen kehitys)

### 3.3.4 Matalasakeus- keskisakeus- ja suursakeuspyörrepuhdistimet

Pyörrepuhdistimet toimivat matalasakeus-, keskisakeus- ja suursakeusalueilla. Pulpperoitu siistausmassa puhdistetaan yleensä suursakeuspyörrepuhdistimilla (kuva 1). Jotta epäpuhtaudet erottuisivat massasta esilajittelussa, on niiden oltava pidempiä kuin 1 mm ja tiheydeltään merkittävästi yli 1 g/cm<sup>3</sup>. Suursakeuspyörrepuhdistimien normaali toiminta-alue on 2–6 %:n sakeudessa. Sakeuden noustessa myös viskositeetti nousee, mikä osaltaan huonontaa massan puhdistettavuutta. Suursakeuspuhdistimilla rejektin määrä on tyypillisesti 0,1–1,0 % puhdistimeen syötetystä massasta. Rejektin ja akseptin suhde on samaa luokkaa myös keskisakeuspyörrepuhdistimilla. Keskisakeusalueella toimivat pyörrepuhdistimet toimivat alle 1,5–2,0 %:n sakeudessa. (Mauno, A. 2010. Uusiomassan valmistuksen ja massan laadun optimoinnin työkalujen kehitys)



KUVA 1. Metso HC-Cleaner –pyörrepuhdistin (Metso HC Cleaning presentation)

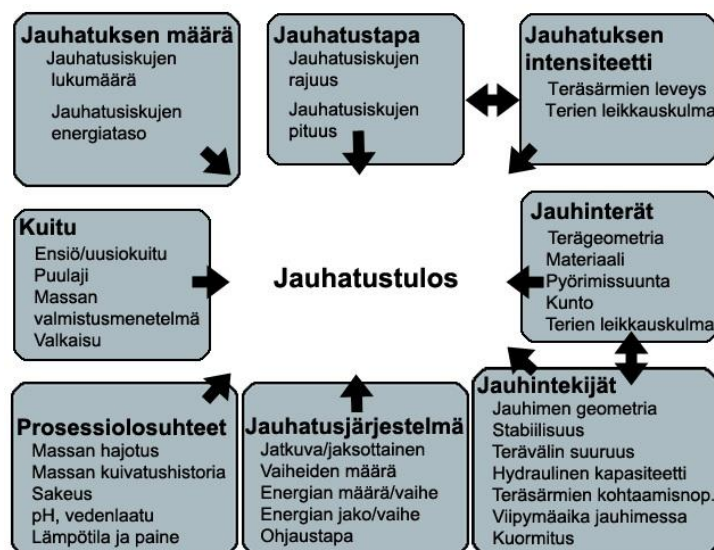
Massan sakeus matalasakeuspyörrepuhdistimilla on tyypillisesti 0,5–1,5 %. Nämä ovat yleensä pienempiä kuin keski- ja suursakeuspyörrepuhdistimet, jolloin puhdistimissa vaikuttava keskipakovoima saadaan suuremmaksi. Matalasakeuspyörrepuhdistimilla

päästäänkin 1000 G:n kiihtyvyyteen, jolloin puhdistustehokkuus on parempi verrattuna suursakeus- ja keskisakeuspyörrepuhdistimiin. Matalasakeuspyörrepuhdistimien avulla saadaan poistettua massasta erittäin pienet partikkelit, painavat partikkelit ja pienet kevyet partikkelit. Matalasakeuspyörrepuhdistimien sakeus on alhainen ja täten laitteiden energiatehokkuus on myös huonompi. Matalasakeuspyörrepuhdistimilla voidaan samaan aikaan poistaa sekä liian raskaat että liian kevyet partikkelit. Tällöin puhdistimen yläosassa on putket akseptille ja kevyelle rejektille sekä alaosassa raskaalle rejektille. (Mauno, A. 2010. Uusiomassan valmistuksen ja massan laadun optimoinnin työkalujen kehitys)

### 3.4 Refiner RF-4i

#### 3.4.1 Paperimassan jauhatus

Jauhatuksessa lietteessä olevien kuitujen sitoutumiskykyä parannetaan rasittamalla kuituja mekaanisesti jauhinterien välissä. Kuidut notkistuvat rakenteen löystyessä ja kuitua jäykistävän primääriseinän poistuessa. Kuidun sisäiset sidokset aukeavat ja kuidut turpoavat, jolloin kuitujen sitoutumispinta-ala kasvaa. Jauhatuksen tavoitteena on lietteessä olevien kuitujen mekaanisen rasittamisen kautta parantaa kuitujen sitoutumiskykyä. Jauhatustulokseen vaikuttavia tekijöitä on listattu seuraavassa kuviossa 6.

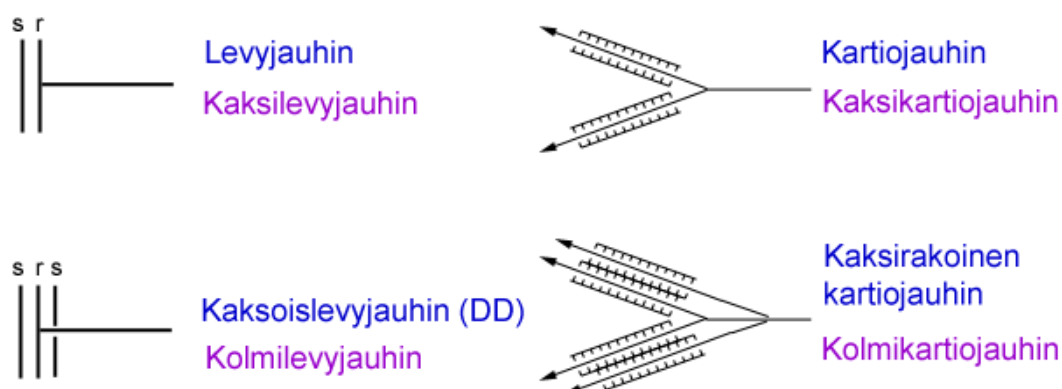


KUVIO 6. Jauhatustulokseen vaikuttavat tekijät (KnowPap 2012)

Jauhatus on tärkeimpiä paperinvalmistuksen osaprosesseja, joissa käyttäjä voi vaikuttaa kuitujen ominaisuuksiin ja siten myös lähes kaikkiin valmiin paperin ominaisuuksiin. Paperin vetolujuus on yksi näistä ominaisuuksista, joka paranee jauhatusta lisättäessä, mutta samaan aikaan myös opasiteetti heikkenee. Tällaisten kriittisten ominaisuusparien osalta joudutaan kuitenkin tekemään kompromisseja valmistettavan tuotteen, jatkojalostuksen ja loppukäyttäjän tarpeiden mukaan. (KnowPap 2012)

### 3.4.2 Jauhintyytit

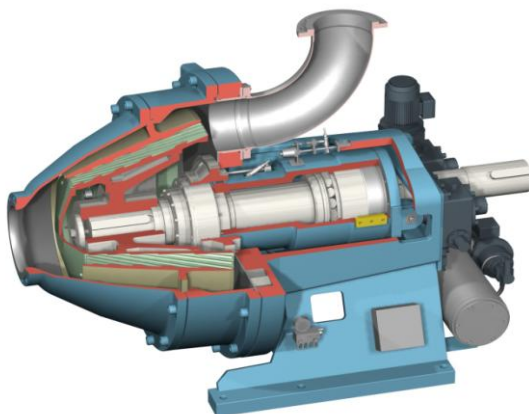
Tänä päivänä yleisimmin käytetty jauhatusmenetelmä on yli 300 vuotta vanha. Tällä menetelmällä vesilietteessä olevaa paperimassaa jauhetaan särmäterien välissä. Ensimmäiseksi menetelmää sovellettiin hollanterissa ja sen jälkeen on kehitetty kartio- ja levyjauhimet eri variaatioineen (kuvio 7). Samalla myös prosessi on kehittynyt avoimessa astiassa tapahtuvasta jaksottaisesta jauhatuksesta paineenalaiseen. Jauhatusprosessin aikana kuidut ovat edelleen vesilietteessä, yleisemmin 3 – 6 % sakeudessa, mutta myös korkeampien sakeusasteiden käyttö on mahdollista aina 25 – 35 % sakeuteen asti. Paperiteollisuudessa eniten käytetyt jauhimet ovat loivakulmaiset kartiojauhimet ja kaksilevyjauhimet. Seuraavaksi on tarkasteltu kartiojauhimen toimintaa. (KnowPap 2012)



KUVIO 7. Jauhintyytit (KnowPap 2012)

### 3.4.3 Kartiojauhin

Oli kyseessä sitten kartiojauhin (kuvio 8) tai levyjauhin, jauhimen tehonottoa säädellään terien välistä etäisyyttä säätämällä. Tämä teho muodostuu häviötehosta ja puhtaasta jauhatustehosta. Häviöteho on jauhimen kuluttama teho jauhimen pyöriessä vedellä täytettynä. Häviöteho kasvaa voimakkaasti jauhimen pyörimisnopeuden noustessa. Jokaiselle jauhimelle voidaan määrittää tehoalue, jolla se voi toimia. Mitä suurempi on puhtaan jauhatustehon osuus kokonaistehosta, sen parempi on hyötysuhde, jolla jauhin toimii. Käytännössä jauhinten kuormitus riippuu jauhatustarpeesta, jauhettavasta massasta ja jauhimen terien ominaisuuksista. Oikein valitut jauhimet ja terät mahdollistavat hyvän kuormitettavuuden, hyötysuhteen ja jauhatustuloksen. (KnowPap 2012)

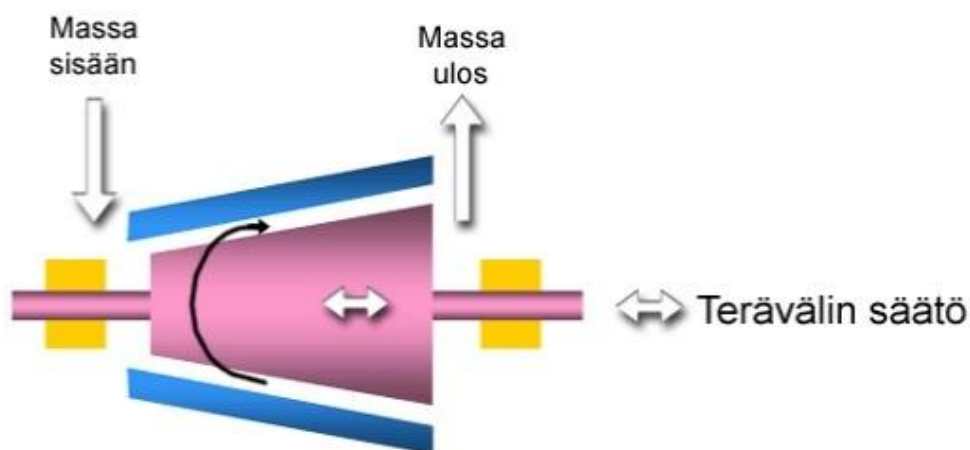


KUVIO 8. Metso OptiFiner RF-4 kartiojauhin (Metso OptiFiner RF for low-consistence refining presentation)

Kartiojauhien alkuvaiheessa jauhinten teritys oli erittäin karkea ja kuormitettavuutta nostettiin käyttämällä korkeita pyörimisnopeuksia. Tästä johtuen häviötehon osuus oli suuri, jopa 70 – 80 %. Alhaista pyörimisnopeutta käytettiin sen sijaan konejauhimissa, jolloin jauhatustapa muodostui hyvin rajuksi, mikä johti kuitujen katkeilemiseen. Kehitys on vienyt jauhinten energiankulutusta huomattavasti parempaan suuntaan ja nykyaikaisilla kartiojauhimilla päästäänkin parhaimmillaan 80 – 90 % hyötysuhteeseen. Kartiojauhimia käytettäessä jauhimen pieni kartiokulma on edullinen, sillä kartiokulman kasvattaminen suurentaa nopeasti terien halkaisijaa ja häviötehoa. Vanhoihin kartiojauhimiin verrattuna uusien kartiojauhinten terät ovat huomattavasti lyhyemmät ja toisiopuoleinen laakerointi mahdollistaa teränvaihdon konetta purkamatta. (KnowPap 2012)

### 3.4.4 Kartiojauhimen toimintaperiaate

Kartiojauhin koostuu sekä ulkoterästä että sitä vastassa olevasta kartiomaisesta sisäterästä, joka pyörii akselinsa varassa (kuvio 9). Jauhettava massa johdetaan kartiojauhimen pienemmästä päästä, josta se kulkee paine-eron ja sisäterän pumppausvaikutuksesta poistoputkeen. Jauhimen läpivirtausta säädetään poistoputkilinjan venttiilillä ja jauhatusvaikutusta hallitaan terävälin säädöllä. Kartiojauhimissa kuitujen ajautuminen teräsärmille on tehokasta, koska pyörivä roottori tehostaa kuitujen liikettä terävälin poikki. Lisäksi kartiojauhimen jauhatusvyöhyke on pitkä verrattuna levyjauhimeen, ja pienemmästä halkaisijaerosta johtuen pyörrevirtauksien voimakkuus vaihtelee vähemmän jauhatusvyöhykkeen alueella kuin levyjauhimilla. Edellä olevaan perustuen voidaan olettaa, että kartiojauhimessa useammat kuidut saavat keskimäärin hellävaraisemman käsittelyn kuin levyjauhimissa. (KnowPap 2012)



KUVIO 9. Kartiojauhimen rakenne (KnowPap 2012)

## 3.5 UTM Size Press Pulper

### 3.5.1 Hylkyjärjestelmän tehtävät

Hylkyjärjestelmän tehtävänä on muokata kartonki- tai paperikoneella sekä jälkikäsitellyssä syntyvän paperimassan hylky sopivaksi raaka-aineeksi

uudelleenkäyttöä varten. Tavoitteena on, ettei uudelleen raaka-aineena käytettävä hylky aiheuttaisi koneelle ajettavuusongelmia tai paperin- ja kartongin laatuongelmia. Samoin on huomioitava, että rejektinä hylkyjärjestelmästä otettavien kuitujen ja täyteaineen määrä saadaan minimoitua. Hylyn käsittelyssä kustannukset tulisi minimoida maksimoimalla hylyn tehokas uudelleenkäyttö. Toisena hylkyjärjestelmän tehtävänä on toimia puskurina mahdollisen katkotilanteen aikana. Ratakatkon sattuessa koko paperi- tai kartonkikoneen tuotanto ohjataan hylkyjärjestelmään, josta se kierrätetään takaisin massojen annosteluun ja uudelleenkäyttöön. (KnowPap 2012)

### 3.5.2 Hylkyjärjestelmän rakenne ja toiminta

Kartonki- tai paperikoneen hylkyjärjestelmän tulee mahdollisimman nopeasti palauttaa koneella ja jälkikäsitellyssä syntyvä hylky takaisin kiertoon. Hylkyä syntyy mm. seuraavissa osaprosesseissa:

- Viiraosalla: reunanauhat
- katkojen yhteydessä koneen pulppereilla
- popella (rullain joka sijaitsee kartonki- tai paperikoneen lopussa)
- pituusleikkurilla: reunanauhat
- hylättävistä kartonki- tai paperirullista
- arkittamossa leikkaushylystä.

Tehtaan hylkyjärjestelmä voidaan jaotella kahteen pääosaan, jotka ovat pulpperijärjestelmä ja hylyn käsittelyjärjestelmä. Pulpperijärjestelmällä tarkoitetaan osaa, jossa koneella ja jälkikäsitellyssä syntyvä hylky hajotetaan sulpuksi, joka pumpataan varastotornin kautta hylyn käsittelyjärjestelmään. Hylyn käsittelyjärjestelmässä pulperoitu päällystetty tai konehylky käsitellään ja varastoidaan siten, että sitä voidaan käyttää uudelleen kartonkikoneen massojen annosteluun. Hylkyjärjestelmän rakenne riippuu paperi- tai kartonkikoneesta ja tuotetusta lajista. Tyypillisesti hylyn käsittelyjärjestelmään kuuluu seuraavia prosessin osia; pulpperointi, varastointi, kuidutus, painelajittelu, suotautus, varastointi ja yhdistetyn hylyn sekoittaminen. Yhdistetty hylky annostellaan ennen sekoitussäiliötä oikeassa suhteessa muihin kuitukomponentteihin nähden. Yksinkertainen hylkyjärjestelmä voi koostua pelkästä pulpperoinnista ja varastoinnista. (KnowPap 2012)

### 3.5.3 Hylyn pulpperointi

Hylyn pulpperoinnin tarkoituksena on hajottaa hylky pumpattavaksi hylkymassaksi. Pulpperoinnin ei välttämättä tarvitse johtaa täydelliseen kuidutukseen, koska se voidaan tehdä tarvittaessa tehokkaammin erillään prosessin muissa vaiheissa. Hylyn pulpperointisakeus on tyypillisesti 3,5 – 4,5 %. Hylyn pulpperointi kartonkikoneen osalta voidaan jakaa kartonkikoneen- ja jälkikäsittelyn pulpperointiin. Kartonkikoneen pulpperit sijaitsevat koneen alla ja nämä pulpperit ovat jatkuvatoimisia. Opinnäytetyö käsitteli Metson valmistamaa liimapuristimen pulpperia UTM Size Press Pulper, joka on esitetty alla (kuvio 10). Tyypillinen jälkikäsittelyn panospulpperi on giljotiini, jossa pulpperoidaan hylkyrullat. (KnowPap 2012)

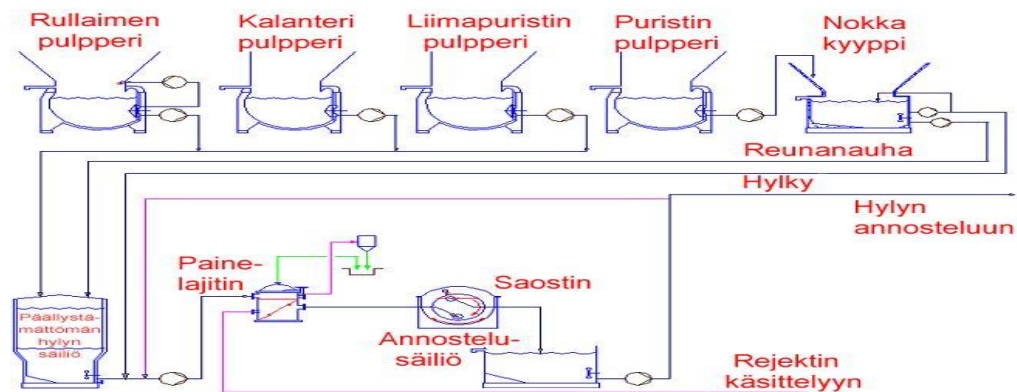


KUVIO 10. Metson valmistama UTM Size Press Pulper (Metso OptisSlush Broke Pulpers presentation)



### Kartonkikoneen pulpperit: (kuvio 11)

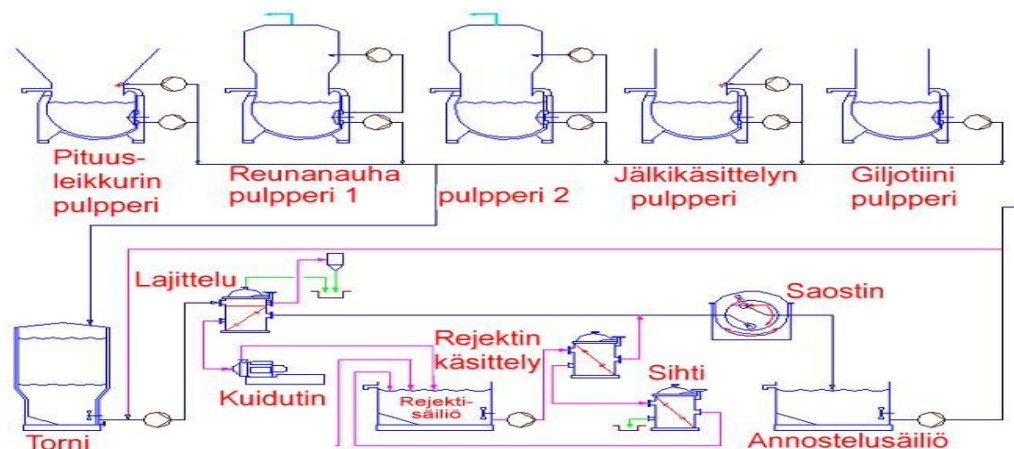
- Nokkasäiliö viiraosalla
- puristinpulpperi
- liimapuristimen pulpperi
- konekalanterin pulpperi
- konepulpperi kartonkikoneen popella



KUVIO 11. Eräs kartonkikoneen hyllyn pulperointi (KnowPap 2012)

### Jälkikäsittelyn pulpperit: (kuvio 12)

- Pituusleikkurin pulpperi
- pituusleikkurin reunanauhapulpperi
- hylkyrullapulpperi (giljotiini)
- arkittamon hylkypulpperi



KUVIO 12. Eräs kartonkikoneen jälkikäsittelyn hyllyn pulperointi (KnowPap 2012)

Eri pulppereista kartonkimassa johdetaan tavallisesti viiraosan alla olevaan nokkasäiliöön, josta se pumpataan hylkytorniin. Tornista hylky pumpataan painesihdeille, jotka erottavat massasta suuremmat kuitukimput ja epäpuhtaudet. Painesihtien rejekti johdetaan tärysihdeille, joiden aksepti palautetaan takaisin hylkytorniin. Tärysihtien rejekti johdetaan pois systeemistä. (KnowPap 2012)

## 4 AUTOMAATIOITOIMITUSPROJEKTIN KULKU

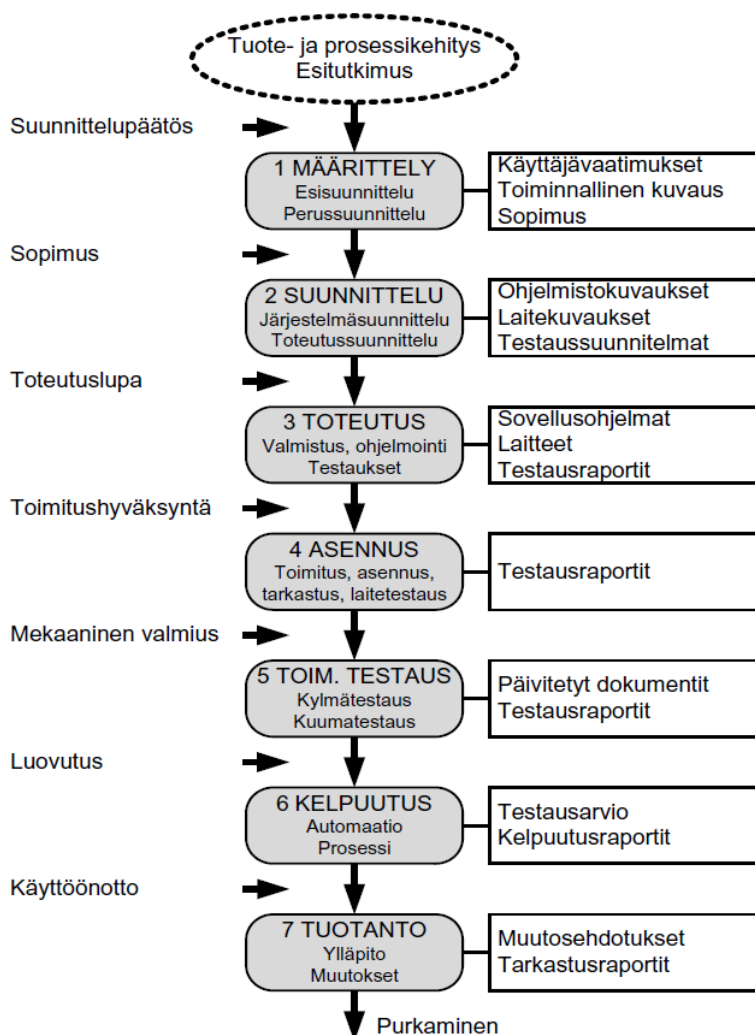
Kasvavien markkinoiden siirtyminen uusille alueille, ja tuotannon ja suunnittelun siirtyminen edullisempien työvoimakustannusten maihin, pakottavat suomalaiset yritykset muutoksiin. Integraatio sekä kokonaisuuksien hallinta edellyttää toimittajilta uudenlaista osaamista ja verkostoitumista monikulttuurisessa työskentely-ympäristössä. Markkinat ja teknologia muuttuvat nopeasti, joten yrityksiltä vaaditaan mukautumiskykyä niin toimintamallien ja tekniikan kuin henkilöstönkin osalta. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)

Automaatiosuunnitteluun kuuluu sovellusten määrittely ja yksityiskohtainen suunnittelu sekä järjestelmien testaus, käyttöönotto ja uudistusten osalta myös ylläpito. Kun loppukäyttäjän omat suunnitteluosastot ovat pienentyneet, automaatiosuunnittelu on paljolti suunnittelutoimistoilta ja järjestelmätoimittajilta ostettavaa kokonaisvaltaista palvelua. Myös kone- ja prosessitoimittajien puolella sähkö- ja automaatio-osastot palvelevat varsinaista toimitusprojektia. Nykypäivänä automaatio ja tietotekniikka integroituvat tehtaan eri osajärjestelmiin ja saavat kokonaisuuden toimimaan. Suunnittelijoiden tehtäväkenttä onkin erittäin laaja ja moninainen. Yhteistyötä tehdään monien osapuolien ja tekniikan alojen kanssa, tehtaan toimintaa on ymmärrettävä yksittäisistä suureista koko tuotannon tasolle ja kaikilla näillä tasoilla on hallittava toteutustekniikka ja suunnittelun työkalut. (Automaatio liiketomintaprosessin tukena)

Suomessa on toteutettu prosessiautomaatiojärjestelmiä pitkään, joten kokemusta on kertynyt paljon. Perinteisesti laitosprojektin vaiheita ovat olleet esisuunnittelu, perussuunnittelu, toteutussuunnittelu, valmistus ja asennus sekä käyttöönotto ja käyttö. Automaatioprojektin vaiheet ovat samat, mutta vain vaihessiirrossa prosessisuunnitteluun nähden. Automaation suunnittelu alkaa usein vasta, kun prosessisuunnittelu on edennyt perussuunnitteluun. Seurauksena voi olla prosessiratkaisu, jota on hankala automatisoida käytännössä. (Laatu automaatiossa. 2001)

Automaatiojärjestelmän elinkaari jaetaan yleensä peräkkäisiin vaiheisiin, mutta pelkän vaihejaon lisäksi elinkaarimallissa on syytä kuvata käsiteltäviä ja tuotettavia tietoja, tukiprosesseja, käytettäviä suunnitteluresursseja jne. Eri aloilla ja standardeissa

automaatiojärjestelmän elinkaari esitetään eri tavoin. Myös käytännön projekteissa menettelyt on syytä sovittaa kulloiseen tapaukseen. Jonkinlainen yleinen ja suositeltava perusratkaisu kuitenkin on tarpeellinen. Tässä voidaan käyttää lähtökohtana Suomen Automaatioseura ry:n julkaisussa Automaation laatu – parhaat käytännöt esitettyä vaihejakoa (kuvio 13). (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)



KUVIO 13. Automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheet, niiden väliset etapit sekä tärkeimmät tulokset. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)

Elinkaaren vaiheet voidaan lyhyesti määrittellä seuraavaan tapaan:

- *Määrittelyvaihe* (specification phase, definition phase): Automaatiojärjestelmän vaatimukset ja toiminnot määritellään toimittajan tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.

- *Esisuunnittelu* (preliminary design/engineering): Asiakas määrittelee järjestelmän *käyttäjävaatimukset* sekä laatii alustavan

*kelpuutussuunnitelman*. Lisäksi esisuunnittelussa arvioidaan järjestelmän hyödyt ja kustannukset *investointipäätöksen* tekemistä varten.

- Perussuunnittelu* (basic design/engineering): Asiakas ja toimittaja kuvaavat automaatiojärjestelmän toiminnot sopimusta, tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.
- Suunnitteluvaihe* (system design/engineering): Toimittaja tarkentaa perussuunnittelun aineistot järjestelmän toteutusta varten. Suunnitteluvaiheen päätehtäviä ovat *järjestelmäsuunnittelu* ja *toteutussuunnittelu* sekä testaussuunnitelmien laatiminen. Suunnitteluvaiheen etappina on *toteutuslupa* järjestelmälle tai sen osalle.
- Toteutusvaihe* (implementation phase): Toimittaja valmistaa, kokoaa ja testaa automaatiojärjestelmän. Toteutusvaihe päättyy *tehdastestien* (FAT) tultua hyväksytyiksi etappiin nimeltä *toimituslupa*, jossa asiakas ja toimittaja yhdessä toteavat järjestelmän olevan valmis siirrettäväksi asennuspaikalle.
- Asennusvaihe* (installation phase): Automaatiojärjestelmä kaikkine komponentteineen ja ohjelmistoineen toimitetaan asennuspaikalle ja asennetaan. *Laitteistotestauksen* avulla tarkistetaan, että järjestelmä toimii ja on suunnittelukuvausten mukainen. Asennusvaiheen päätyttyä automaatiojärjestelmä on valmis toiminnallista testausta varten (*mekaaninen valmius*).
- Toiminnallinen testausvaihe* (commissioning): Toimittaja osoittaa *kylmä- ja kuumetestausten* avulla, että asiakkaan tiloihin asennettu järjestelmä vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Hyväksytyjen testausten perusteella järjestelmä voidaan luovuttaa asiakkaalle.
- Kelpuutusvaihe* (validation phase): Muodostuu automaation teknisestä loppukelpuutuksesta ja prosessikelpuutuksesta. Kelpuutus on tarpeen erityisesti turvallisuutta vaativissa sovelluksissa (esim. voimalaitosten suojausjärjestelmissä ja lääketeollisuudessa), joissa vaaditaan järjestelmän laadun dokumentoitua osoittamista. Tosin vastaava jakso voidaan erottaa muissakin kohteissa, esimerkiksi takuuaikana järjestettävänä suorituskykykokeina.
- Tuotantovaihe* (production phase, operation phase): Kelpuutettua automaatiojärjestelmää käytetään tuotteiden valmistukseen. Muutokset ovat periaatteessa pieniä projekteja, jotka käynnistyvät määrittelyvaiheesta.
- Purkuvaihe*. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)

#### 4.1 Metso Automationin yleinen toimitusprojekti

Automaatioprojektin suunnitelmallisuus ja seuranta muodostavat perustan koko projektin onnistumiselle. Suunnittelun ja toteutuksen laatu perustuu systemaattisiin toimintatapoihin, valvontaan ja lopputuloksen testaamiseen. Tyypillinen automaatioprojekti jakautuu Metso Automationin projektointiosastolla seuraaviin osiin, jotka on esitetty myös kirjassa Laatu automaatiossa: (Laatu automaatiossa. 2001; Ripatti,J. 2009)

1. Myynti
2. Määrittely
3. Suunnittelu
4. Valmistus
5. Tehdaskoestus
6. Toimitus
7. Asennus
8. Kylmäkoestus
9. Käyttöönotto
10. Asiakaspalvelu

Kun myyntiorganisaatio on saanut myytyä projektitoimituksen asiakkaalle, on tärkeä osa projektissa vastuun siirtäminen myynniltä projektoinnille. Tässä vaiheessa myynti- ja projektipäällikkö käyvät asiakkaan kanssa tehdyn sopimuksen läpi ja selvittävät tärkeimmät kohdat, jotka ovat sidoksissa projektin onnistumiselle. Näitä ovat esimerkiksi aikataulu, kustannusarvio, lisätyöt, käyttöönotto, takuut ja riskit. Tästä työvaiheesta eteenpäin projektipäällikkö on taloudellisessa vastuussa projektitoteutuksessa ja pääsuunnittelija vastaa teknisen osuuden toteuttamisesta. (Metso PAS Procedures, Transfer from Sales)

Projektionnin ottaessa vetovastuun toimituksesta projektipäällikön tehtävä on laatia projektisuunnitelma. Projektisuunnitelman tavoitteita on varmistaa tehokas, tuottoisa ja asiakastyytyväisyys pyrkivä projektin läpimeno. Näihin asioihin kuuluvat muun muassa käytäntöjen, vastuiden, laadunvarmistuksen sekä resurssien määrittäminen projektissa. Projektisuunnitelman sisällysluettelo on esitetty alla (kuvio 14). Projektin

valvonta perustuu projektisuunnitelmaan, joka käydään läpi asiakkaan kanssa pidettävässä aloituspalaverissa. Palaverissa Metso Automationin projektipäällikkö esittelee projektisuunnitelman avulla automaatioprojektin toteutuksen. (Metso PAS Procedures, Project plan; Ripatti,J. 2009)

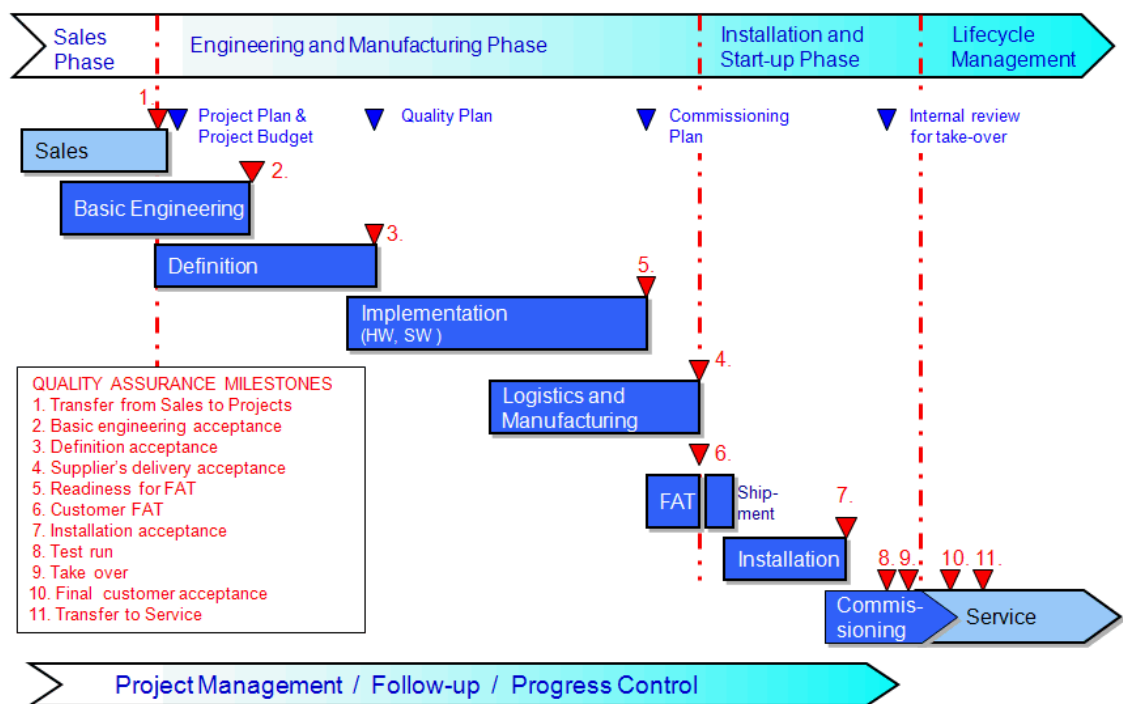
1	SUUNNITELMAN KOHDE JA KUVAUS	2
2	METSON OMA PROJEKTISUUNNITELMA	2
3	ASIAKKAAN KANSSA TEHTÄVÄ PROJEKTISUUNNITELMA	4
4	AIKATAULU	5
5	TOIMITUSLAAJUUS	5
6	RESURSSIT	5
7	LÄHTÖTIEDOT	6
8	SUUNNITTELU	6
9	KOESTUKSET	6
10	KÄYTTÖÖNOTTO	7
11	MUUTOSHALLINTA JA LAADUNVARMISTUS	7
12	PALAVERT	7
13	DOKUMENTOINTI	7
14	KOULUTUS	7
15	RISKIENHALLINTA	8
16	LAAJUUSMUUTOKSET JA LASKUTUS	8
17	TULEVAT TAPAHTUMAT SEURAVALLE SEURANTAJAKSOLLE	8
18	SEURAAVAT PALAVERT	8

KUVIO 14. Automaation projektisuunnitelman sisällysluettelo (Ripatti,J. 2009)

Projektisuunnitelman jälkeen tehdään tarvittavat laitteistohankinnat projektiin liittyen ja aloitetaan toteutussuunnitteluvaihe asiakkaan toimittamien lähtötietojen perusteella. Toteutussuunnitteluun kuuluu sekä laitteisto- että sovellussuunnittelu, joiden rinnalla samanaikaisesti kulkee laitteiden valmistus. Kun toteutussuunnitteluvaihe on saatu päätökseen ja kaikki valmistukseen liittyvät laitteet on hankittu, voidaan aloittaa FAT-testit toimittajan tiloissa. Näillä testeillä varmistetaan automaatiosovelluksen oikea toiminta siten kuin perussuunnitteluaineistossa on määritetty ja samalla pyritään minimoimaan sovellusmuutokset käyttöönottovaiheessa. Asiakkaan hyväksyttyä FAT-testit, antaa asiakas suostumuksen järjestelmän toimittamiseen asiakkaan tiloihin. Tästä alkaa asennusvaihe, jonka lopussa aloitetaan käyttöönotto. Tällöin suoritetaan piirien kylmäkoestus kentältä aina näytöille saakka, ja näin varmistetaan kenttälaitteen ja valvomon välisen yhteyden toiminta. Seuraavaksi käyttöönotossa testataan laitteiden ohjauksien toiminta valvomosta kentälle, ja viimeisenä piirien kuumakoestus prosessiväliaineiden mukana ollessa, mikä vastaa jo hyvin pitkälle prosessin lopullista

ajotapaa. Käyttöönottovaiheen tärkeimpiä vaiheita on aikataulussa pysyminen. Usein toimitettava järjestelmä tulee osaksi vanhempaa järjestelmää, mikä saattaa aiheuttaa seisokin jo olemassa olevaan järjestelmään. Nämä seisokit pyritään mitoittamaan aina mahdollisimman lyhyiksi, jotta tuotannon keskeytyksestä ei aiheudu tarpeettoman suuria tappioita asiakkaalle. Onnistuneen käyttöönoton jälkeen alkaa huoltoliiketoiminnan jatkama kunnossapitovaihe, joka kestää laitoksen eliniän loppuun saakka. Koko automaatiotomituksen kulku on kuvattu alla (kuvio 15).

## Metso Automation Project Flow



KUVIO 15. Metso Automation projektivaiheet (Metso Automation PAS Delivery Project – Quality Assurance)

Asiakkaalta ja projektihenkilöstöltä saadun palautteen läpi käyminen käyttöönottovaiheen jälkeen kuuluu jokaisen projektin loppuun. Näiden palautekanavien avulla pyritään jatkuvasti kehittämään Metson tarjoamia projektitoimituksia entistä paremmin Metson tavoitteita palveleviksi.



## 4.2 Metso Paper – Metso Automation toimitusprojekti

Metsossa pyritään usein yhteistoimitusprojekteihin, jotka kattaisivat mahdollisimman pitkälle saman konsernin tuotteita ja palveluita käsittävän kokonaisuuden. Tyypillinen Metso Automationin ja Metso Paperin yhteistoimitusprojekti kattaa kokonaisvaltaisesti paperi- tai kartonkitehtaan toimituksen. Tällöin Metso Automation toimittaa projektiin automaatiojärjestelmän kokonaisuudessaan. Tämä automaatiojärjestelmä voi pitää sisällään prosessi-, kone- ja sähkökäyttöjen ohjaukset sekä laatusäädöt ja optimoinnit, kunnonvalvonnan ja turvallisuuteen liittyvän järjestelmän (TLJ). Asiakkaan kannalta parhaaseen lopputulokseen ja yhteensopivuuteen päästään hankkimalla koko automaatiotoimitus samalta toimittajalta. Projektien yleiset tavoitteet määritellään olevan asiakastyytyväisyys, kustannusten minimointi, tekninen laatu, sujuva toimitus, tuotteen kehittäminen, uuden tekniikan käyttöönotto, työskentelyilmapiirin parantaminen ja projektihenkilöstön kehittäminen. Metso Automationin ja Metso Paperin yhteistoimitusprojekteilla tavoitellaan kaikki näitä asioita. (Ripatti, J. 2009)

Metson oma automaatiojärjestelmä pyritään myymään aina Metso Paperin toimittaman paperikoneen yhteydessä. Asiakkaan tulee saada lisäarvoa koko hankinnan tekemisestä samalta toimittajalta. Usein tämä lisäarvo on raha, mutta nykyään myös ympäristöasiat, säästöt omakäyttötehossa, projektin suunnitteluun käytetty aika ja käyttöönoton sujuvuus vaikuttavat päätöksentekoon. Metson yhteistoimitusten osaaminen näissä asioissa on tuotava esiin myyntiprojektissa.

Metso Automationin ja Metso Paperin kanssa toimitettavissa yhteisprojekteissa tehdään yhteistyötä koko projektin ajan ja pyritään käyttämään yhteisesti sovittuja toimintatapoja projektin eri osa-alueilla. Kehittämällä yhteistoimitusprojektien tuotteet ja palvelut laadukkaiksi ja hinnaltaan kilpailukykyisiksi parannetaan mahdollisuuksia kokonaisprojektien toimittamiseen.

## 5 AUTOMAATIOSOVELLUKSEN OSAPROSESSIN MALLIKIRJASTO

### 5.1 Mallikirjaston edut

Automaatioprojekteja toteutetaan usein totuttujen ajatusmallien pohjalta ja tekniikkalähtöisesti. Yritykset toki tehostavat sisäistä toimintaa, mutta yhteisten toimintatapojen etsiminen on harvinaisempaa. Tällöin on vaarana, että hyvä ”suomalainen tapa” toteuttaa automaatiosovelluksia ei pysy käynnissä olevien muutosten tahdissa. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)

Metson tavoitteena automaatiosovelluksen osalta on niin sanottu vakioitoimitus, jossa vain muutokset suunnitellaan. Tällöin käytössä on testatut ja hyväksi todetut template-pohjat sovellussuunnittelun käyttöön. Tämän mallisovelluksen käytön myötä saadaan suunnittelun laatua parannettua ja kustannuksia pienennettyä. Sen sijaan, että sovellussuunnittelijat suunnittelevat sovelluksen ”tyhjältä pöydältä”. Käytännössä kuitenkin tähän asti sovellusta ei ole suunniteltu täysin alusta, vaan suunnittelijat ovat aina käyttäneet template-piirejä sovelluksien pohjana, sekä pääsuunnittelijan valitsemia uudelleenkäytettäviä Reuse-ratkaisuja aiemmista toimitusprojekteista. Nämä reuse-ratkaisut on valittu määrittelyvaiheessa laitetoimittajan kanssa. Tästä huolimatta esimerkiksi jauhimen automaatiosovellus saattaa olla tehtynä hyvinkin monella eri tavalla, vaikka jauhimen toiminta kaikissa olisi identtistä. Nämä eroavaisuudet hankaloittavat käyttöönottajien ja kunnossapidon työtä kentällä, kun jokaiseen jauhimen sovellukseen tarvitsee perehtyä alusta alkaen.

Vakioimalla automaatiosovellus saadaan käyttöön joka paikassa samalla tavalla toteutettu sovellus, jota on helppo lukea, ja jonka toiminta varmasti on oikeaa. Täten projektisuunnittelu sekä FAT- ja Site –kustannukset alenevat ja käyttöönottojen sujuvuus paranee. Globaalisti tunnetun automaatiosovelluksen malliratkaisun vaikutukset Metson tarjoamaan huoltoliiketoimintaan on myös positiivisia edellämainituista syistä. Kaiken kaikkiaan mallikirjaston avulla saadaan parannettua projektien laatua ja kustannustehokkuutta, mikä näkyy kilpailukyvyn paranemisena.

Vakioitoimitus on kuitenkin mahdollista toteuttaa järkevästi vain tiettyyn rajaan saakka. Jos sama osaprosessi eroaa eri projektien välillä huomattavasti toisistaan, ei ole järkevää

tehdä mallikirjastoa kyseisen osaprosessin osalta. Tai vastaavasti jos toimitusrajapinnat vaihtelevat projektien kesken, vaikuttaa tämä prosessisuunnitteluun ja automaatio suunnitteluun, ja näin ollen heikentää mallikirjaston hyödynnettävyyttä. Tässä työssä käsitellyt osaprosessit olivat usein projektista riippumatta hyvin samalaisia ja näin sovelluksen kopioitavuus oli korkealla tasolla. Liitynnät muihin prosessialueisiin vaikuttivat myös sovelluksen kopioitavuuteen. Kun osaprosesseista on vähän liityntöjä muihin prosessien osiin päästään tätä kautta myös hyvään kopioitavuuteen. Tämä ehto toteutui myös massankäsittelyosaston osalta.

### **5.1.1 Suunnittelun tehokkuus**

Edeltävässä kappaleessa oli käsitelty etuja, joita saavutetaan mallikirjaston käytöllä. Käytännössä tämä näkyy suunnitteluajan lyhenemisenä jolloin suunnittelun tehokkuus paranee. Projektioorganisaation johtoryhmä asettaa vuotuiset tavoitteet projektitoimituksille, joita seurataan erilaisten mittareiden avulla (KPI, Key Performance Indicators). Metso Automaation sovellussuunnittelun tärkeimmät mittarit, joita seurataan projektikohtaisissa toimituksissa, ovat suunnittelun keskituntihinta ja suunnittelun tehokkuus. Suunnittelun kokonaishintaan vaikuttavat suunnittelutyön tuntihinta ja suunnitteluun käytetyt tunnit. Vastaavasti suunnittelutyön tehokkuuteen vaikuttavat suunnitteluun käytetyt työtunnit. Myyntityökalut määrittävät kenttäliityntöjen ja ohjausten määrän perusteella suunnittelun tuntimäärät, jota verrataan toteutuneisiin suunnitteluun käytettyihin tunteihin.

Käyttämällä ennalta sovittuja kirjastoituja mallisovellusratkaisuja, voidaan suunnitteluun käytettyjen tuntien määrää vähentää huomattavasti. Tällä on suora vaikutus suunnittelun laatuun ja kokonaiskustannuksiin. (Metso PAS Operations development)

### **5.1.2 Laadunvarmistus**

Metso DNA -järjestelmän laitteiston sekä sovelluksen laatua ja luotettavuutta valvomalla voidaan parantaa suunnittelun tehokkuutta. Laadunvarmistus sovellussuunnittelussa ei ole mikään tietty yksittäinen käsite, vaan se on olennainen osa

projektitoimitusten kokonaisuutta, jolloin sovellus- ja pääsuunnittelijat raportoivat löydetyistä puutteista ja epäkohdista sidosrymille, joita asia koskee. Kun ongelmat on korjattu, ilmoitetaan tästä samoille ryhmille. Jokaisella suunnittelijalla on kuitenkin vastuu oman työnsä laadunvarmistuksesta, vaikka kokonaisvastuu on pääsuunnittelijalla. Käyttämällä projektissa testattuja ja hyväksi todettuja template-piirejä voidaan varmistaa sovellusten oikea toiminta. Template-piirit voidaan jälkikäteen päivittää Metson kirjastosta uusimpaan versioon, jos puutteita havaitaan mallipiireissä. Jos automaatiojärjestelmän versiomuutoksen yhteydessä tulee uusia ominaisuuksia järjestelmään, voidaan nämä ominaisuudet ottaa käyttöön päivittämällä template-piirit. Näissä tapauksissa sovelluksen logiikkaosa ei kuitenkaan muutu, ja täten päivittäminen on turvallista. Eräs template-esimerkki on esitetty liitteessä 1. Kun kyse on osaprosessista, jolle ei ole olemassa valmista mallikirjastoa sovellussuunnittelun osalta, pyritään käyttämään mahdollisimman pitkälle tuttuja olemassa olevia ratkaisuja vanhoista projekteista. (Project Quality Assurance (detail instructions))

Laadunvarmistuksen keskeisempiä testejä on FAT-testi. Testissä asiakkaalle toimitettava järjestelmä kootaan toimittajan testausalueelle, jossa testaus tapahtuu. Testeissä käydään läpi näytöt ja sovellukset niin pitkälle kuin mahdollista. Testaus tapahtuu pitkälti simuloimalla analogiamittauksia ja binäärituloja. Näiden avulla saadaan varmistettua automaatiosovellusten logiikkaosat, kuten sekvenssien ja lukitusten toiminta siten kuin perussuunnitteluaineistossa on määritetty. Liitynnät muihin ulkoisiin järjestelmiin (PROFIBUS, Modbus jne.) testataan mahdollisimman laajasti. FAT-testeistä tehdään aina kirjalliset testauspöytäkirjat. (DCS Project Quality control plan)

### **5.1.3 Globaali saatavuus**

Aikataulultaan kireän projektin onnistuminen edellyttää, että projektin aikana syntyvää tietoa pystytään hallitsemaan ja välittämään tehokkaasti. Tiedon on saavutettava oikeat henkilöt oikea-aikaisesti ja sen tulee olla riittävän informatiivista ja ymmärrettävää. Tiedon lähteiden ja perusteiden tulee olla helposti jäljitettävissä. Nopeiden, ajasta ja paikasta riippumattomien viestintämenetelmien tarve kasvaa. Ihmisten välinen tiedonkulku on tekniikan ohella olennaista, joten tiedon jakelu, yhteistyöverkot ja jopa

henkilökemiat on otettava huomioon projektia suunniteltaessa. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli)

Metso on kansainvälinen yritys ja automaatiosuunnittelua tehdään eri puolilla maailmaa. Tällöin jokaisella suunnittelijalla on globaalisti käytössään Metson keskitetty template-kirjasto, johon myös massankäsittelyosaprosessien mallitoteutukset tallennetaan. Sovellussuunnittelun suunnittelumenetelmiä on koulutettu omille suunnittelijoille ja alihankkijoille. Koulutukseen käytetyt aineistot on tallennettu yhteiseen tietokantaan, jonne jokaisella Metso Automationin suunnittelijalla on lukuoikeudet. Yhteisten menetelmien kouluttaminen takaa yhtenäisen suunnittelun eri yksiköissä. (Ripatti, J. 2009)

Uusien ominaisuuksien kouluttaminen on erityisen tärkeää, jotta kehitystyönä tehdyt parannukset saadaan käyttöön koko organisaatiossa. Yhtä tärkeää kuitenkin on suunnittelun valvonta, kun pääsuunnittelija tekee ensimmäistä projektia uudella menetelmällä. Muutosvastarinta ja siitä seuraava vanhoihin suunnittelumenetelmiin palaaminen tapahtuu helposti, jos suunnittelun alkua ei valvota. (Ripatti, J. 2009)

## **5.2 Mallikirjaston kokoaminen**

### **5.2.1 Perussuunnitteluaineisto mallikirjastossa**

Perussuunnitteluaineiston pohjalta sovellussuunnittelija aloittaa automaatiojärjestelmän sovelluksen tekemisen. Perussuunnitteluaineistoon kuuluu seuraavat dokumentit mallikirjastossa: PI-kaavio (flowsheet), laitteen sanallinen toimintakuvaus (function description), piiriluettelo (loop list), toimintakaavio instrumentointi (function diagram instrumentation), toimintakaavio moottorit (function diagram motor) ja toimintakaaviosekvenssit (sequence diagram).

### 5.2.2 Toteutussuunnitteluaineisto mallikirjastossa

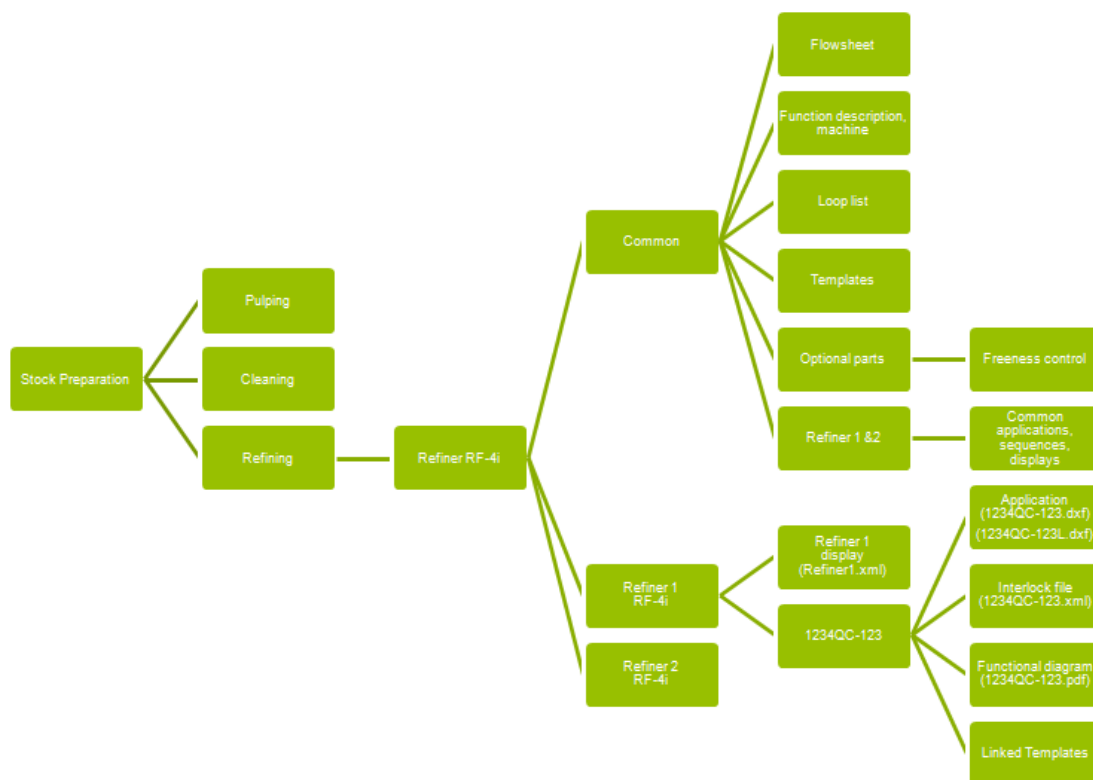
Mallikirjaston toteutussuunnitteluainestossa on sovelluspaketit jokaisesta osaprosessista erikseen. Sovelluspaketit pitävät sisällään seuraavat osat: sovelluspiirit (FbCad), sekvenssiohjaukset (SeqCad), valvomonäytöt (Picture designer) ja lukitusikkunat (xml-tiedostot). Samoin jokaiseen sovelluspakettiin on koottu osaprosessissa käytetyt muokatut template-piirit. Muokkaamattomia sovelluksessa käytettyjä template-piirejä ei osaprosessisovellusten kirjastossa ole, koska uusimmat versiot template-piireistä sovellussuunnittelija voi hakea Metson template-kirjastosta peruspiirien alta.

Jotta sovellussuunnittelijat tottuvat käyttämään mallikirjastoa on yksi tärkeimmistä asioista mallikirjaston laatu. Tämä näkyy sovellussuunnittelijan näkökulmasta oikeiden ja hyvien suunnittelumenetelmien mukaisena sovellussuunnitteluna. Tähän liittyen esimerkiksi lukituspiirit on tehtävä siten, että lukitusikkunoiden generoiminen DNA Help Configurator ohjelmistolla onnistuu mahdollisimman vähällä käsityöllä. Samoin eri suunnittelujäsenten (design member) oikeaoppinen käyttö helpottaa suunnittelijoiden työtä, jolloin parhaassa tapauksessa sovellussuunnittelijan ei tarvitse avata FbCad-ohjelmistolla sovelluspiirejä ollenkaan, vaan muokkaukset voidaan tehdä suunnittelutietokannassa suunnitteluparametreja muuttamalla. Suunnitteluparametrit voidaan avata myös MS Exceliin, jolloin monen piirin muokkaaminen kerralla onnistuu helposti.

### 5.2.3 Mallikirjaston rakenne

Mallikirjasto on hierarkialtaan jaettu osaprosesseihin. Osaprosessit voivat olla erikseen vielä eroteltu eri laitetyppeihin esimerkiksi paalipulpperi tai koneenaluspulpperi. Yleiset kohdan alle on koottu kaikki osaprosessin yhteiset dokumentit, joita on PI-kaavio, toimintakuvaukset, piirilistat, muokatut template-piirit ja mahdolliset yhteiset näytöt tai sekvenssit. Jos osaprosessille on olemassa joitain lisäominaisuuksia, voidaan nämä laittaa yleiset -kohdan alle. Kirjastohierarkian alin taso koostuu yksittäisistä positioista, jotka perustuvat Metso Paperin käyttämään nimeämiskäytäntöön. Positiokansion alla on kyseisen position automaatio-sovellus äiti- ja lapsipiireineen, toimintakaavio sekä linkit kaikkiin template-piireihin, joista kyseinen automaatio-sovellus muodostuu. Mallikirjaston jokaiselle dokumentille on oma

revisionumero. Jos kirjastossa tehdään muutoksia dokumentteihin, tämä huomioidaan revisionumeroinnissa ja revision muutoskommenttikentässä. Alla olevasta kuviosta selviää yksityiskotaisesti kirjaston rakenne yhden jauhulinjan osalta, joka pitää sisällään kaksi jauhinta (kuvio 16).



KUVIO 16. Hierarkia mallikirjastossa jauhimen osalta.

#### 5.2.4 Työkalut ja menetelmät

Vertaamalla myytyä toimitusprojektia ja kirjastossa olevia osaprosessien malleja, voidaan löytää eroavaisuudet projektin perussuunnitteluaineiston ja kirjastossa olevan perussuunnitteluaineiston välillä. Kun perussuunnitteluaineistot kohtaavat suurimmaksi osaksi, voidaan kirjastosta ottaa valmis sovelluspaketti käyttöön. Malliratkaisussa olevat Metso-positiot saadaan korvattua projektissa käytetyillä asiakaspositioilla suunnittelutietokannassa ja lukitusikkunoiden positoiden uudelleen nimeäminen tehdään erillisellä script-työkalulla. Samoin projektissa käytetyt parametrit asetetaan kuten perussuunnitteluaineistossa on määriteltä, ja automaatio-sovellukset päivitetään käyttäen uusimpia template-pohjia, jos päivityksiä näihin on ilmentunut. Seuraava vaihe on tehdä mahdolliset muutokset kirjastosta otettuihin sovelluksiin koskivat ne

sitten peruspiirejä, sekvenssejä tai näyttöjä. Jos muokkaukset koskivat esimerkiksi lukitusehtoja piireissä, on nämä muutokset tehtävä myös lukitusikkunoihin. Vaikka kyseessä olevat muutokset on tehtävä täysin käsityönä, tämä ei ole suuri työvaihe koska lukituspiirit on jo alun alkaen tehty helposti lukitusikkunoihin generoituviksi. Näiden muutosten jälkeen sovellussuunnitteluvaihe on tehty osaprosessin osalta valmiiksi laadunvarmistusta ja testausta varten.

### 5.2.5 Ylläpito

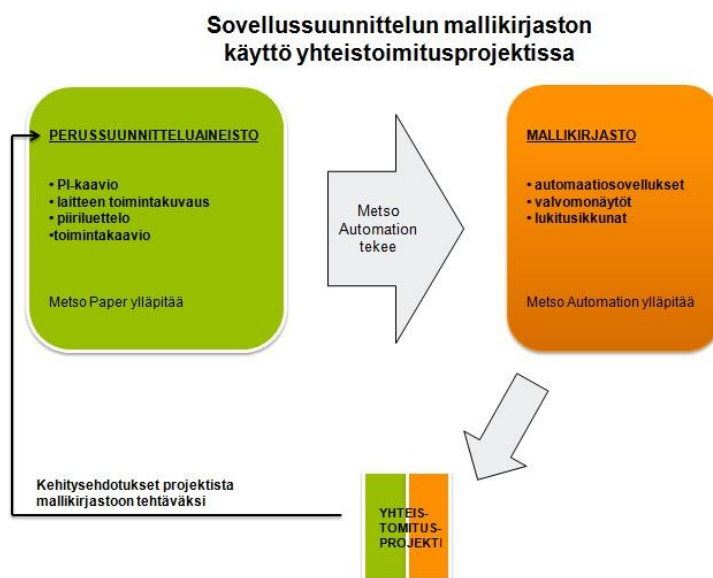
Uusien projektien perusratkaisut tullaan ajotapalaverien perusteella ottamaan Metso Automationin template -kirjastosta. Kirjastoon tallennetaan ensin neljän massankäsittelyosaston perusratkaisut, jotka on käyty läpi Metso Paperin kanssa ja todettu toimiviksi. Tietokanta laajenee sitä mukaa kun uusia kehitystarpeita todetaan. Jotta sovellussuunnittelijat oppivat luottamaan mallikirjaston sovelluksiin, tarvitsee kirjastoa ylläpitää jatkuvasti. Jos tietokannan mallisovellukset vanhenevat ja uusia sovelluksia ei päivitetä, suunnittelijoiden luottamus kirjastoa kohtaan rapistuu ja sitä ei enää käytetä. Tämän seurauksena hyvin pian voidaan palata takaisin vanhoihin suunnittelumenetelmiin, jolloin mallipiirit haetaan omista vanhoista projekteista.

Heti alussa on suunniteltava mallikirjaston käyttö mahdollisimman helppokäyttöiseksi, selkeäksi ja helposti ylläpidettäväksi, jotta pitkällä aikajänteellä tarkasteltaessa kirjaston käyttö suurillakin malliratkaisumäärillä on helppoa ja yksiselitteistä. Samoin on kiinnitettävä huomiota revisionhallintaan, koska suurella todennäköisyydellä kirjastossa oleviin mallipiireihin tehdään ajan saatossa muutoksia, ja nämä muutokset on myös päivitettävä käytössä olevaan kirjastoon.

Vastuu massankäsittelyosaston mallikirjastosta jakautuu Metso Automationille ja Metso Paperille. Metso Paper on vastuussa perussuunnitteluaineistosta, jota kirjastossa on, ja Metso Automation puolestaan toteutussuunnittelumateriaalista, joka on tehty perussuunnitteluaineiston pohjalta. Toisin sanoen muutokset kirjastoon tehdään aina Metso Paperin päivittäessä perussuunnitteluaineistoa, jonka seurauksena Metso Automation päivittää toteutussuunnitteluaineiston. Muutoskehoitukset kirjaston muokkaamiseen tulevat Metson template -kirjaston palautekanavan kautta tai projektipalautteena toteutuneiden projektien pohjalta. Metson omaan template-



kirjastoon tehdyistä muutoksista ilmoitetaan kuukausittain projektointiin uutiskirjeellä, joka toimitetaan projektiorganisaation suunnitteluyksikköihin maailmanlaajuisesti. Vastuiden jakautumisesta ja palautteen kulkeutumisesta mallikirjastoon kuvaa seuraava kuva alla (kuvio 17).



KUVIO 17. Vastuiden jakautuminen mallikirjastossa.

### 5.3 Mallikirjaston riskit

Yleisesti ottaen ratkaisujen mallintaminen helpottaa suunnittelua lisäten turvallisuutta ja järkeistäen toimintaa. Jotta ratkaisujen mallintamisesta olisi hyötyä, tulee kiinnittää erityistä huomiota laadunvarmistukseen vakioitoimitusta tehtäessä. Jos vakioitu toimintatapa, tai tässä tapauksessa mallikirjasto ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia, kertaantuu virheiden määrä automaatiosovelluksen suunnittelussa ympäri maailmaa. Tämä johtaa helposti ongelmiin testauksessa ja käyttöönnotossa lisäten kustannuksia. Huomioon otettava riski liittyy myös mallikirjaston ylläpitämiseen. Luottamus suunnittelijoiden keskuudessa kirjastoa, ja sen oikeellisuutta kohtaan vaatii jatkuvaa kirjaston päivittämistä ja ylläpitoa. Tämä vaatii selkeästi resursseja Metso Automationilta ja Metso Paperilta.

## 6 POHDINTA

Työssä käsiteltyjen neljän massankäsittelyosaston automaatiosovelluksen vakioinnin avulla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä sovellussuunnittelun osalta. Suunnitteluajat lyhenevät ja laatu paranee sekä käyttöönotot ja kunnossapito helpottuvat. Metso Automationin ja Metso Paperin kannalta yhteneväiset suunnittelumenetelmät ovat tärkeässä osassa globaalia toimintaympäristöä. Vakioidulla sovellussuunnittelulla saadaan parannettua tätä osa-aluetta. Mallikirjaston käyttöön liittyvät riskit koskevat paljolti perussuunnitteluaineiston ja toteutussuunnitteluaineiston oikeellisuutta. Tämä on kohta, johon on hyvä panostaa heti uusia prosessialueita vietäessä kirjastoon. Mitä aikaisemmassa vaiheessa sovellus on tehty hyvien suunnittelutapojen mukaisesti sitä parempaan lopputulokseen päästään.

Insinööriyön haasteellisimmaksi osuudeksi muodostui juuri perussuunnitteluaineiston ja toteutussuunnitteluaineiston vertaaminen, sekä sovelluksen muokkaaminen hyvien suunnittelutapojen mukaiseksi. Tähän työvaiheeseen kului selkeästi suurin osa ajasta, koska malliprojektin toteutussuunnitteluaineistoon oli tehty runsaasti muutoksia FAT-testien aikana. Näitä muutoksia ei oltu päivitetty perussuunnitteluaineistoon. Tästä syystä työ osoittautui erityisen mielenkiintoiseksi ja haastavaksi, joten oppimista sovellussuunnittelusta sekä toimitusprojektien kulusta tapahtui todella paljon.

Kehitettäviä kohtia, joihin vastaavanlaista insinööriyötä teetettäessä olisi syytä kiinnittää huomioita on perussuunnitteluaineiston ja toteutussuunnitteluaineiston yhteneväisyys. Samoin hyvien suunnittelutapojen käyttö toteutussuunnitteluaineistossa on ehdoton vaatimus, kuin myös selkeä osaprosessien rajausta.

Vakioidun mallikirjaston hyödyt ovat kuitenkin kiistattomia pitkällä aikajänteellä, mutta kehitystyötä kirjasto vaatii alkuvaiheessa runsaasti. Yleensä toimitusprojektit ajavat kehitysprojektien edelle, jolloin kirjastoa koskevat ylläpitotehtävät helposti jäävät vähemmälle. Kirjaston alkuvaiheessa on tärkeää huolehtia tiedonkulusta suunnittelijoille, jotta he oppivat käyttämään kirjastoa ja tarpeen tullen kommentoimaan sen puutteita.

## LÄHTEET

Automaatio liiketoimintaprosessin tukena. Helsinki, Tekes. Luettu 14.5.2013.  
[http://www.tekes.fi/fi/document/44778/automaatio\\_liiketoimintaprosessien\\_tukena.pdf](http://www.tekes.fi/fi/document/44778/automaatio_liiketoimintaprosessien_tukena.pdf)

Automaatiosuunnittelun prosessimalli. Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perusteena. Helsinki. Suomen Automaatioseura ry. Luettu 14.5.2013.  
[www.automaatioseura.fi/ANTI-2.pdf](http://www.automaatioseura.fi/ANTI-2.pdf)

KnowPap 2012. Prowledge Oy. Versio 14.0 (12/2012). Luettu 18.3.2013.

Laatu automaatiossa. Parhaat käytännöt. 2001. 1. painos. Helsinki: Suomen Automaatioseura.

Mauno, A. 2010. Uusiomassan valmistuksen ja massan laadun optimoinnin työkalujen kehitys. Paperitekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Metso Automation PAS Delivery Project – Quality Assurance presentation. Luettu 24.5.2013.

Metso DCS Project Quality control plan. Luettu 25.5.2013.

Metso HC Cleaning presentation. Luettu 6.4.2013.

Metso OptiFiner RF for low-consistence refining presentation. Luettu 11.4.2013.

Metso OptisSlush Broke Pulpers presentation. Luettu 26.4.2013.

Metso PAS Operations development. Luettu 24.5.2013.

Metso PAS Procedures, Project plan. Luettu 25.5.2013.

Metso PAS Procedures, Transfer from Sales. Luettu 24.5.2013.

Metso Project Quality Assurance (detail instructions). Luettu 24.5.2013

Metso Stock Preparation and Recycled Fiber General presentation. Luettu 18.3.2013.

Metso Vuosikertomus 2011. Luettu 1.3.2013.

[http://www.metso.com/reports/2011/assets/pdf/metso\\_annual\\_report\\_2011\\_finnish.pdf](http://www.metso.com/reports/2011/assets/pdf/metso_annual_report_2011_finnish.pdf)

Pelin, R. 2002. Projektihallinnan käsikirja. 3. painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy.

Ripatti, J. 2009. Säättösuunnittelun yhdenmukaistaminen voimalaitostoimituksissa. Tampereen teknillinen yliopisto. Automaatiotekniikan laitos. Diplomityö.

Liite 1. V21-template, Metso Automation template-library

